

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Februar 2001 (08.02.2001)

PCT

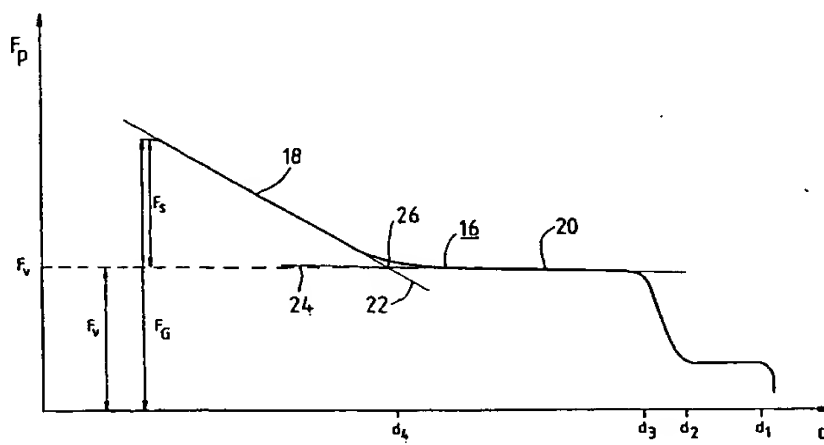
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/09541 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F16L (72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HASSELBRING,
Bernd [DE/DE]; Grünanger 15, D-29690 Lindwedel
(DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/07005
- (22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juli 2000 (21.07.2000) (74) Anwalt: SCHNEIDER, Egon; Continental Aktiengesellschaft, Postfach 1 69, 30001 Hannover (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): HU, JP, MX, PL, US.
- (30) Angaben zur Priorität:
199 35 402.2 30. Juli 1999 (30.07.1999) DE (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): CONTITECH LUFTFEDERSYSTEME GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder Strasse 9, D-30165 Hannover (DE).
- Veröffentlicht:
— Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TIGHTLY FIXING A PIECE OF FLEXIBLE TUBING CONSISTING OF AN ELASTOMER MATERIAL TO A CONNECTING PART

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DICHTEN BEFESTIGUNG EINES SCHLAUCHSTÜCKES AUS ELASTOMEREM WERKSTOFF AN EINEM ANSCHLUSSTEIL



(57) Abstract: The invention relates to a method for tightly fixing a piece of flexible tubing consisting of an elastomer material to a connecting part, especially for fixing air bellows for pneumatic springs to a connecting part by means of a clamping ring, which is radially pressed using a pressing tool. The force-path characteristic (16) of the pressing tool is registered while the clamping ring is being radially pressed, in order to carry out the method. This force-path characteristic (16) is used to determine the lost force that is required in the pressing tool for the plastic deformation of the clamping ring and for overcoming the inner friction of the pressing tool. This lost force is used for adjusting the additional force resulting from the pressing tool being brought together in such a way that it corresponds to a predetermined force between the piece of flexible tubing and the connecting part. The invention also relates to a pressing tool for carrying out this method.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/09541 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes aus elastomerem Werkstoff, insbesondere von Schlauchrollbälgen für Luftfedern, an einem Anschlussteil mittels eines Spannrings, der durch ein Presswerkzeug radial verpresst wird. Zur Durchführung des Verfahrens wird während des radialen Verpressens des Spannrings die Kraft-Weg-Kennlinie (16) des Presswerkzeuges aufgenommen. Aus der Kraft-Weg-Kennlinie (16) wird die Verlustkraft bestimmt, die in dem Presswerkzeug zur plastischen Verformung des Spannrings und zur Überwindung der inneren Reibung des Presswerkzeuges notwendig ist, bestimmt. Ausgehend von dieser Verlustkraft wird die über diese hinausgehende Kraft, die sich bei weiterem Zusammenfahren des Presswerkzeuges ergibt, so eingestellt, dass sie einer vorgegebenen Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil entspricht. Die Erfindung betrifft ferner ein Presswerkzeug zur Durchführung des Verfahrens.

B e s c h r e i b u n g

Verfahren und Vorrichtung zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes aus elastomerem Werkstoff an einem Anschlussteil

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes aus elastomerem Werkstoff, insbesondere von Schlauchrollbälgen für Luftfedern, an einem Anschlussteil mittels eines Spannrings, der durch ein Presswerkzeug radial verpreßt wird. Die Erfindung betrifft ferner ein Presswerkzeug zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, zum Verpressen des Balgendes eines Schlauchrollbalges an dem Abrollkolben bzw. dem Deckel einer Luftfeder einen radial zusammengepreßten metallischen Spannring zu verwenden. Die radiale Verpressung des Spannrings erfolgt durch ein Presswerkzeug, das aus einzelnen kreisförmig angeordneten Pressbacken besteht. Die einzelnen Pressbacken werden bei der Verpressung des Spannrings soweit zusammengefahren, bis die erforderliche Pressung zwischen Balgwand und Anschlussteil (Abrollkolben bzw. Deckel der Luftfeder) erreicht ist.

Entscheidend für die Güte der Balgbefestigung ist das präzise Erreichen der notwendigen Pressung zwischen Balgwand und Spannbereich. Die Pressung darf nicht zu gering sein, da sich in diesem Fall die aus der Pressung resultierende Reibkraft zwischen Balgwand und Anschlussteil und somit die erforderliche Haltekraft der Balgwand am Anschlussteil verringert. Ebenso wenig darf die Pressung zu groß sein, da dann sowohl die Balgwand als auch das Anschlussteil beschädigt werden könnten. Darüber hinaus kann eine zu hohe Pressung und eine daraus resultierende Deformation des Anschlussteils ebenfalls zu einem Abfall der Haltekraft führen.

Zur Befestigung eines Schlauchrollbalges an ein Anschlussstück einer Luftfeder sind grundsätzlich zwei Verfahren bekannt. Bei dem einen Verfahren werden die Pressbacken des Presswerkzeuges kraftgesteuert zusammengefahren, d. h., der Pressvorgang wird gestoppt, wenn die von dem Presswerkzeug erzeugte Kraft einer vorgegebenen Kraft entspricht. Der Nachteil dieses Verfahrens ist darin zu sehen, dass es in dem gesamten System zu Krafttoleranzen kommen kann und die von dem Presswerkzeug erzeugte Kraft deshalb nicht in einem eindeutigen Zusammenhang zu der Kraft steht, die zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussstück entsteht.

So ist es beispielsweise möglich, dass es aufgrund der Alterung des Presswerkzeuges innerhalb dieses zu einer erhöhten Reibung kommt. In diesem Fall muss ein erhöhter Teil der von dem Presswerkzeug aufgewandten Kraft zur Überwindung dieser Reibung verwendet werden. Somit vermindert sich bei gleicher vorgegebener Gesamtkraft, die das Presswerkzeug erzeugt, die Kraft, die sich zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussstück infolge des Verpressens des Spannrings einstellt.

Es ist ebenfalls möglich, dass bei der Durchführung des Verfahrens Spannringe unterschiedlicher Härte verwendet werden. Zur Verformung eines weichen Spannrings ist nur eine geringe Kraft erforderlich, wohingegen zur Verformung eines harten Spannrings eine große Kraft erforderlich ist. Wird in beiden Fällen von dem Presswerkzeug eine vorgegebene Gesamtkraft erzeugt, so führt dies im ersten Fall dazu, dass sich die Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussstück erhöht, wohingegen sie sich in dem zweiten Fall erniedrigt. Schließlich kann auch das Anschlussstück selbst unterschiedliche Steifigkeiten aufweisen, was bei einer vorgegebenen Gesamtkraft des Presswerkzeuges ebenfalls dazu führt, dass sich unterschiedliche Kräfte zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussstück einstellen.

Bei dem anderen bekannten Verfahren werden die Pressbacken des Presswerkzeuges weggesteuert zusammengefahren, d. h. ein Pressvorgang wird beendet, sobald die Pressbacken einen vorgegebenen Weg durchlaufen haben. Dieses Verfahren weist den Nachteil auf, dass Maßtoleranzen in den Bauteilen

zu unterschiedlichen Kräften zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussteil führen. Wird beispielsweise ein Spannring benutzt, dessen Querschnitt aufgrund von Fertigungstoleranzen unterhalb des vorgegebenen Querschnittes liegt, so führt dies zu einer Reduzierung der Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussteil. Umgekehrt führt die Verwendung eines Spannringes, dessen Querschnitt oberhalb des vorgegebenen Querschnittes liegt, zu einer erhöhten Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussteil.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass mit keinem der beiden genannten Verfahren Schlauchrollbälge an die Anschlusssteile von Luftfedern derart befestigt werden können, dass sich eine vorgegebene definierte Kraft zwischen den Schlauchrollbälgen und den Anschlussteilen der Luftfeder einstellt, die für alle gefertigten Luftfedern übereinstimmt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, mit dem der zur Befestigung eines Schlauchstückes an einem Anschlussteil verwendete Spannring derart radial verpreßt werden kann, daß sich eine definierte vorgegebene Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil einstellt. Der Erfindung liegt ebenfalls die Aufgabe zugrunde, ein Presswerkzeug zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen.

Gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 wird die Aufgabe ausgehend von einem Verfahren der eingangs erläuterten Art durch folgende Verfahrensschritte gelöst:

- es wird eine Kraft-Weg-Kennlinie des Presswerkzeuges zugrunde gelegt, die während des radialen Verpressens eines Spannringes aufgenommen wird, wobei mit der Aufnahme begonnen wird, bevor das Anschlussteil, das Schlauchstück und der Spannring kraft- und spielfrei aufeinander liegen
- aus der Kraft-Weg-Kennlinie wird die Verlustkraft bestimmt, die zur Verformung des Spannringes und zur Überwindung der Reibung im Presswerkzeug notwendig ist

die über die Verlustkraft hinausgehende Kraft wird so eingestellt, daß sie einer vorgegebenen Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil entspricht.

Die Aufgabe wird ebenfalls durch den nebengeordneten Anspruch 8 gelöst.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, dass unabhängig von „Krafttoleranzen“ in dem System (z. B. unterschiedliche Reibung innerhalb des Presswerkzeuges bzw. unterschiedliche Härte der einzelnen verwendeten Spannringe) und Maßtoleranzen der einzelnen verwendeten Bauteile (d. h. des Schlauchstückes, des Anschlussteiles und des Spannringes) eine definierte vorgegebene Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil eingestellt werden kann. Es kann daher weder zu einer zu niedrigen noch zu einer zu hohen Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil kommen, so dass sich die eingangs erläuterten damit verbundenen Nachteile nicht einstellen. Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist darin zu sehen, dass es einfach durchführbar ist und somit die Kosten eines nach dem Verfahren gefertigten Bauteils nicht erhöht.

Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Anspruch 2 wird die Verlustkraft in dem Bereich der Kraft-Weg-Kennlinie bestimmt, in dem das Presswerkzeug soweit zusammengefahren ist, dass das Anschlußteil, das Schlauchstück und der Spannring kraft- und spielfrei aufeinander liegen.

Es hat sich gezeigt, dass die Kraft-Weg-Kennlinie, die während des Zusammenpressens des Presswerkzeuges entsteht, vor und hinter dem Bereich, in dem das Anschlussteil, das Schlauchstück und der Spannring kraft- und spielfrei aufeinander liegen, jeweils weitestgehend in Form einer Geraden verläuft, wobei die Geraden unterschiedliche Steigungen aufweisen. Gemäß einer Weiterbildung nach Anspruch 3 des Ausführungsbeispiels nach Anspruch 2 wird die Verlustkraft in dem Punkt bestimmt, in dem sich die Geraden schneiden (wie dies im einzelnen erfolgt s. Figurenbeschreibung). Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass die Verlustkraft auf einfache Art und Weise in einem Punkt bestimmt werden kann.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung nach Anspruch 4 wird die Verlustkraft wie folgt bestimmt:

- die Gerade vor dem Bereich, in dem das Presswerkzeug so weit zusammengefahren ist, dass das Anschlussteil, das Schlauchstück und der Spannring kraft- und spielfrei aufeinander liegen, wird über diesen Bereich hinaus geradlinig verlängert
- aus der verlängerten Geraden wird während des weiteren Zusammenfahrens des Presswerkzeugs für jeden Weg, den das Presswerkzeug über den genannten Bereich hinaus zurückgelegt hat, die dazugehörige Verlustkraft bestimmt.

Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß die Verlustkraft während des radialen Verpressens des Spannrings, nachdem dieser zur Anlage an das Schlauchstück gekommen ist, in jedem Punkt erneut exakt bestimmt wird. Ausgehend von dieser exakt bestimmten Verlustkraft wird die vorgegebene Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil eingestellt. (Näheres siehe Figurenbeschreibung).

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 5 wird die zur Bestimmung der Verlustkraft zugrunde gelegte Kraft-Weg-Kennlinie in zeitlichen Abständen neu aufgenommen. Dieser Weiterbildung liegt der Gedanke zugrunde, dass sich bestimmte Parameter, z. B. die Reibung innerhalb des Presswerkzeuges, nicht bei jedem Pressvorgang verändern, sondern erst sehr langsam über einen längeren Zeitraum. Dementsprechend kann über einen gewissen Zeitraum die Verlustkraft mit ausreichender Genauigkeit anhand einer einmal zugrunde gelegten Kraft-Weg-Kennlinie bestimmt werden; wenn während der wiederholten Durchführung des Verfahrens immer die gleichen Bauteile, d.h. das gleiche Anschlussteil, das gleiche Schlauchstück und der gleiche Spannring verwendet wird (dies ist bei der Fertigung einer Charge immer der Fall). Es hat sich herausgestellt, daß das erfindungsgemäße Verfahren mit ausreichender Genauigkeit durchgeführt werden kann, wenn die zugrunde gelegte Kraft-Weg-Kennlinie, anhand der die Verlustkraft bestimmt wird, alle 100 bis 10.000 Pressvorgänge neu aufgenommen wird. Der Vorteil der Weiterbildung ist darin zu

sehen, dass die Kraft-Weg-Kennlinie für viele Pressvorgänge nur einmal aufgenommen zu werden braucht.

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 wird die Kraft-Weg-Kennlinie während des Verpressens eines Spannrings jeweils aktuell aufgenommen und diese aktuell aufgenommene Kraft-Weg-Kennlinie wird während des Verpressens dieses Spannrings zur Bestimmung der Verlustkraft zugrunde gelegt. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, dass sie eine Durchführung des Verfahrens mit größtmöglicher Genauigkeit ermöglicht. Kommt es beispielsweise vor, dass bei der Charge von benutzten Spannringsen, die alle die gleiche Härte aufweisen sollten, ein Spannring eine davon abweichende Härte aufweist, so wird dadurch die Größe der Verlustkraft beeinflusst. Dies wird jedoch anhand der aktuell aufgenommenen Kraft-Weg-Kennlinie während des Verpressens dieses Spannrings festgestellt, so daß auch in diesem Fall die definierte vorgegebene Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil exakt eingestellt werden kann (im Gegensatz dazu würde eine solche Abweichung durch die Weiterbildung gemäß Anspruch 5 nicht erfaßt werden können).

Gemäß einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 7 wird mit der Aufnahme der Kraft-Weg-Kennlinie begonnen, bevor das Presswerkzeug in Kontakt zu dem Spannring gelangt. Der Vorteil dieser Weiterbildung ist darin zu sehen, daß die gesamte Kraft-Weg-Kennlinie aufgenommen wird, die das Presswerkzeug während des Verpressens eines Spannrings durchläuft. Aus der gesamten Kraft-Weg-Kennlinie können über die Verlustkraft hinaus weitere Informationen gewonnen werden. So kann aus ihr beispielsweise bestimmt werden, wie hoch die Reibungskraft innerhalb des Presswerkzeuges ist. Überschreitet diese einen bestimmten Wert, so kann eine Wartung des Presswerkzeuges vorgenommen werden. Darüber hinaus kann der gesamten Kraft-Weg-Kennlinie beispielsweise entnommen werden, wann die Pressbacken des Presswerkzeuges bei der Verwendung einer Charge von Spannringsen, die alle den gleichen Querschnitt aufweisen sollen, in Anlage zu dem Spannring kommen. Findet die Anlage nicht statt, nachdem das Presswerkzeug einen bestimmten Weg durchlaufen hat, so ist dies ein Anzeichen dafür, dass aus

Versehen ein nicht geeigneter Spannring in das Presswerkzeug eingelegt wurde (ist der Querschnitt des Spannringes z. B. wesentlich zu groß, weil ein falscher Spannring eingelegt wurde, so führt dies dazu, daß die Pressbacken des Presswerkzeuges wesentlich früher an dem Spannring anliegen, als wenn ein ordnungsgemäßer Spannring eingelegt worden wäre).

Ein Ausführungsbeispiel und weitere Vorteile der Erfindung werden im Zusammenhang mit den nachstehenden Figuren erläutert, darin zeigt:

- Fig. 1 ein Presswerkzeug zur Befestigung eines Schlauchstückes an einem Anschlussteil,
Fig. 2 ein Diagramm,
Fig. 3 ein Diagramm,
Fig. 4 ein Diagramm,
Fig. 5 ein Diagramm.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung ein an sich bekanntes Presswerkzeug 2 zur Befestigung eines Schlauchstückes in Form eines Schlauchrollbalges 4 an einem Anschlussteil 6, das z.B. Teil einer Luftfeder ist (in diesem Fall handelt es sich bei dem Anschlussteil 6 um den Deckel bzw. um den Abrollkolben der Luftfeder). Das Presswerkzeug 2 enthält einzelne kreisförmig angeordnete Pressbacken 8, von denen in der Figur 1 nur eine schematisch dargestellt ist. Die Pressbacken 8 sind durch das Presswerkzeug 2 in axialer Richtung verstellbar. Dies kann beispielsweise mit dem in der Figur 1 gezeigten Mechanismus geschehen. Zum Verstellen der Pressbacken 8 in radialer Richtung muß von dem Presswerkzeug eine Kraft F_P erzeugt werden, die in eine Kraft F_R umgewandelt wird, durch die die Pressbacken zusammengefahren werden. Die in dem Presswerkzeug 2 erzeugte Kraft F_P wird zur Erstellung einer Kraft-Weg-Kennlinie von einem Kraftsensor gemessen werden. Der Kraftsensor kann z.B. in der Hydraulikeinheit 30 des Presswerkzeuges 2 angeordnet sein, mit der die Kraft F_P erzeugt wird. Darüber hinaus enthält das Presswerkzeug einen Wegsensor 32, mit dem der Durchmesser zwischen den Pressbacken bestimmt wird.

Während des Zusammenfahrens der Pressbacken 8 durchlaufen diese zunächst einen Luftspalt, bis sie in Berührung mit dem Spannring 10 kommen, der den Schlauchrollbalg 4 koaxial umfaßt (s. Figur 1a). Während des Durchlaufens des Luftspaltes braucht die von dem Presswerkzeug 2 erzeugte Kraft F_P nur die in dem Presswerkzeug vorliegende Gleitreibung zu überwinden (in dem gezeigten Beispiel entsteht die Gleitreibung durch Aneinandergleiten der schiefen Ebenen 12 und 14).

Figur 1b zeigt das Presswerkzeug 2, nachdem die Pressbacken 8 in Anlage an den Spannring 10 gekommen sind. Bei einem weiteren Zusammenfahren der Pressbacken 8 wird der Spannring 10 zunächst elastisch und danach plastisch verformt. Dabei gelangt der Spannring 10 in Anlage an den Schlauchrollbalg 4 und bei einem weiteren Zusammenfahren der Pressbacken wird der Innendurchmesser des Spannringes 10 und des Schlauchrollbalges 4 weiter verkleinert, bis der Spannring 10 und der Schlauchrollbalg 4 kraft- und spielfrei auf dem Anschlussteil 6 liegen (dieser Zustand ist in Figur 1c gezeigt).

Nachdem der Schlauchrollbalg 4 und der Spannring 10 zur kraft- und spielfreien Auflage auf das Anschlußteil 6 gekommen sind, werden die Preßbacken 8 durch das Presswerkzeug 2 weiter zusammengefahren. Dabei wird auf den Spannring 10 eine Kraft ausgeübt, die zu einer weiteren plastischen Verformung des Spannringes 10 und zu einer Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussteil 6 führt. Darüber hinaus führt das weitere Zusammenfahren der Pressbacken 8 zu einer Verformung des Anschlussteiles 6. Im Zusammenhang mit den folgenden Figuren wird erläutert, wie durch das erfindungsgemäße Verfahren eine vorgegebene definierte Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlußteil 6 eingestellt werden kann.

Figur 2 zeigt ein Diagramm, in dem die Kraft F_P über den Durchmesser d zwischen den Pressbacken 8 aufgetragen ist (unter der Achse d für den Durchmesser ist ein Pfeil eingezeichnet, der die Richtung angibt, in der die Pressbacken 8 des Presswerkzeuges 2 zusammengefahren werden, nämlich ausgehend von einem großen Durchmesser zwischen den Pressbacken 8 zu kleineren Durchmessern). In das Diagramm ist eine Kraft-Weg-Kennlinie 16

ingezeichnet, die das Presswerkzeug 2 während des Zusammenfahrens der Pressbacken 8 erzeugt. Die Kraft-Weg-Kennlinie 16 wird mittels des Kraft- und Wegsensors aufgenommen. Die Kraft-Weg-Kennlinie 16 erklärt sich wie folgt: Vom Durchmesser d1 bis zum Durchmesser d2 durchfahren die Pressbacken 8 einen Luftspalt und es braucht von dem Presswerkzeug 2 nur die konstante Gleitreibung in dem Presswerkzeug 2 überwunden zu werden (s. auch Figur 1a). Bei dem Durchmesser d2 gelangen die Pressbacken 8 in Berührung mit dem Spannrings 10, der bei einem weiteren Zusammenfahren der Pressbacken 8 von dem Durchmesser d2 bis zum Durchmesser d3 elastisch verformt wird.

Ausgehend von dem Durchmesser d3 werden die Pressbacken 8 bis zu dem Durchmesser d4 weiter zusammengefahren und in diesem Bereich findet eine plastische Verformung des Spannrings 10 statt. Von dem Presswerkzeug 2 muss zwischen den Durchmessern d3 und d4 demnach eine Gesamtkraft aufgebracht werden, die der Summe aus der Reibung in dem Presswerkzeug 2 und der für die plastische Verformung des Spannrings 10 benötigten Kraft entspricht. Bei dem Durchmesser d4 gelangen der Spannrings 10 und der Schlauchrollbalg 4 (zu dessen Verformung nur zu vernachlässigende Kräfte erforderlich sind) in kraft- und spielfreie Anlage an das Anschlussteil 6 (s. auch Figur 1c). Zwischen den Durchmessern d3 und d4 verläuft die Kraft-Weg-Kennlinie weitestgehend in Form einer Geraden 20, die nur eine geringe Steigung aufweist, weil bis zum Durchmesser d4 die Kraft zur plastischen Verformung des Spannrings 10 und die Kraft zur Überwindung der Reibung im Presswerkzeug über den gesamten zurückgelegten Weg nahezu konstant ist.

Ausgehend vom Durchmesser d4 werden die Pressbacken 8 durch das Presswerkzeug 2 weiter zusammengefahren, was zu einer weiteren plastischen Verformung des Spannrings 10 und zu einer Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussteil 6 führt. Darüber hinaus führt das weitere Zusammenfahren der Pressbacken 8 zu einer Verformung des Anschlussteiles 6. Aus diesem Grunde geht die Kraft-Weg-Kennlinie 16 ab dem Durchmesser d4 in eine Gerade 18 über, die eine größere Steigung hat als die Gerade 20. Die Steigung der Geraden 18 ist weitestgehend abhängig von der Steifigkeit des Anschlussteiles 6 (und in zu vernachlässigendem Maß von der Steifigkeit des

Schlauchrollbalg 4). So hat die Gerade 18 eine geringe Steigung, wenn das Anschlussteil weich ist und eine große Steigung, wenn das Anschlußteil 6 hart ist.

Die obigen Ausführungen zeigen, dass der Bereich der Kraft-Weg-Kennlinie 16, in dem der Schlauchrollbalg 4, der Spannring 10 und das Anschlussteil 6 kraft- und spielfrei aufeinander liegen, dort liegt, wo die Kraft-Weg-Kennlinie 16 aus einem flach verlaufenden Stück (Gerade 20) beginnt, anzusteigen (um in die Gerade 18 überzugehen). Vor diesem Bereich liegt zwischen den Pressbacken 8 des Presswerkzeuges 2 ein größerer Durchmesser als hinter diesem Bereich.

Mit Hilfe der in der Figur 2 gezeigten Kraft-Weg-Kennlinie 16 wird die Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussteil 6, die sich beim Zusammenfahren der Pressbacken 8 ergibt, z.B. wie folgt bestimmt: An den Geraden 18 und 20 der Kraft-Weg-Kennlinie 16 wird jeweils eine Tangente 22 und 24 angelegt. Die Tangenten 22 und 24 schneiden sich in einem Punkt 26, der im Bereich der Kraft-Weg-Kennlinie 16 liegt, in dem das Anschlussteil 6, der Schlauchrollbalg 4 und der Spannring 10 kraft- und spielfrei aufeinander liegen (also in unmittelbarer Nähe des Durchmessers d_4). Nach Bestimmung des Punktes 26 wird die zu diesem Punkt zugehörige Kraft F_v bestimmt. Diese Kraft F_v entspricht weitestgehend der Verlustkraft, die von dem Presswerkzeug 2 zur plastischen Verformung des Spannrings 10 und zur Überwindung der inneren Reibung des Presswerkzeuges 2 erzeugt werden muß, d.h. diese Verlustkraft leistet keinen Beitrag zur Erzeugung einer Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussteil 6.

Die Bestimmung der Verlustkraft – wie auch wie die nachfolgenden Verfahrensschritte – erfolgen bei diesem und weiteren Ausführungsbeispielen in der Steuereinheit des Presswerkzeuges 2. Die dazu notwendige mathematischen Verfahren (Tangentenbildung, Schnittpunktbildung) sind an sich bekannt.

Nachdem die Verlustkraft festgestellt worden ist, werden mit Hilfe des Presswerkzeuges 2 die Pressbacken 8 weiter zusammengefahren. Dabei wird in dem Presswerkzeug 2 mittels des Kraftsensors ständig die von dem

Presswerkzeug erzeugte Gesamtkraft gemessen und von dieser Gesamtkraft wird die Verlustkraft abgezogen. Die daraus resultierende Kraft entspricht der Kraft, die sich zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussteil 6 einstellt. Erreicht diese Kraft eine in der Pressvorrichtung 2 vorgegebene definierte Kraft, so stoppt die Pressvorrichtung 2 ein weiteres Zusammenfahren der Pressbacken 8 (in der Figur 2 ist die Gesamtkraft F_G die Verlustkraft mit F_V und die sich zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlußteil 6 einstellende Kraft als F_S bezeichnet).

Die Kraft-Weg-Kennlinie 16 kann während eines „Kalibrier-Pressvorganges“ aufgenommen und dann aus ihr die Verlustkraft bestimmt werden. Für nachfolgende Pressvorgänge, bei denen die gleichen Spannringe 10, Schlauchrollbälge 4 und Anschlussteile 6 verwendet werden, wie im Kalibrier-Pressvorgang, kann dann die zuvor bestimmte Verlustkraft zugrunde gelegt werden. Eine erneute Aufnahme der Kraft-Weg-Kennlinie ist in diesem Fall erst notwendig, wenn sich in dem Verfahren bestimmte Parameter ändern (wenn sich also z.B. die Reibung in dem Presswerkzeug verändert hat oder andere Bestandteile, z.B. andere Spannringe in dem Pressvorgang verwendet werden sollen).

Alternativ ist es möglich, die Kraft-Weg-Kennlinie 16 bei jedem Pressvorgang neu aufzunehmen und die Verlustkraft aus jedem Pressvorgang erneut zu bestimmen.

Unabhängig davon, wie man vorgeht, reicht es aus, mit der Aufnahme der Kraft-Weg-Kennlinie 16 bei einem Durchmesser zwischen den Pressbacken zu beginnen, bei dem bereits eine plastische Verformung des Spannringes 10 vorliegt, denn nur dieser Bereich wird benötigt, um die Tangente 24 aufzufinden (ein entsprechender Durchmesser kann vorgegeben werden). Der Bereich der Kraft-Weg-Kennlinie 16, in dem ausschließlich die Reibung im Presswerkzeug überwunden wird und eine elastische Verformung des Spannringes stattfindet, ist zu einer Bestimmung der Tangente 24 und damit zur Bestimmung der Verlustkraft nicht notwendig.

Figur 3 zeigt ein Diagramm, in das zwei Kraft-Weg-Kennlinien 16 und 16a eingezeichnet sind. Die beiden Kraft-Weg-Kennlinien 16 und 16a weisen weitestgehend den gleichen Verlauf auf; der einzige Unterschied ist darin zu sehen, dass bei der Kraft-Weg-Kennlinie 16a ein härteres Anschlussstück 6 verwendet wird und infolgedessen die Gerade 18a steiler verläuft als die entsprechende Gerade 18 der Kraft-Weg-Kennlinie 16. Aus den Kraft-Weg-Kennlinien 16 und 16a wird die Verlustkraft so bestimmt, wie es im Zusammenhang mit der Figur 2 erläutert worden ist. Nach Bestimmung der Verlustkraft werden die Pressbacken 8 mit Hilfe des Presswerkzeuges 2 weiter zusammengefahren, bis die Kraft F , die sich zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussstück 6 einstellt, der vorgegebenen Kraft entspricht. Da das zu der Kraft-Weg-Kennlinie 16a gehörende Anschlussstück eine große Steifigkeit aufweist, geht nur ein geringer Teil des von dem Presswerkzeug 2 zurückgelegten Weges in einer Verformung des Anschlussstückes 6 verloren. Dementsprechend stellt sich die Kraft F bei einem Durchmesser d_2' ein, der größer ist als der Durchmesser d_2 , bis zu dem die Pressbacken 8 des Presswerkzeuges 2 zusammengefahren werden müssen, wenn man die Kraft-Weg-Kennlinie 16 für ein weiches Anschlussstück zugrunde legt.

Figur 4 zeigt ein Diagramm, in dem ebenfalls die von dem Presswerkzeug 2 erzeugte Kraft F_p über dem Durchmesser d zwischen den Pressbacken 8 aufgetragen ist. In das Diagramm sind zwei Kraft-Weg-Kennlinien 16 und 16a eingezeichnet. Die beiden Kraft-Weg-Kennlinien 16 und 16a haben weitestgehend den gleichen Verlauf, weil die gleichen Anschlussstücke 6, Spannringe 10 und Schlauchrollbälge 6 zugrunde liegen. Der einzige Unterschied ist darin zu sehen, dass die Kraft-Weg-Kennlinie 16a aufgrund einer erhöhten Reibung in dem Presswerkzeug 2, die sich im Laufe der Zeit einstellt, gegenüber der Kraft-Weg-Kennlinie 16 nach oben verschoben ist. Wird in dem Bereich, in dem das Anschlussstück 6, der Schlauchrollbalg 4 und der Spannring 10 kraft- und spielfrei aufeinander liegen, anhand der Kraft-Weg-Kennlinien 16 und 16a in dem Presswerkzeug die Verlustkraft bestimmt (z.B. so wie es im Zusammenhang mit der Figur 2 erläutert worden ist), so ist die Verlustkraft für die Kraft-Weg-Kennlinie 16a entsprechend größer als für die Kraft-Weg-Kennlinie 16, da sich die Kraft zur Überwindung der Reibung erhöht hat. Dementsprechend muss von dem

Presswerkzeug 2 auch eine größere Gesamtkraft erzeugt werden, um durch das Zusammenfahren der Pressbacken 8 die vorgegebene definierte Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussteil 6 einzustellen.

Da die Reibung in dem Presswerkzeug 2 sich schleichend erhöht und somit ein Übergang von der Kraft-Weg-Kennlinie 16 zu der Kraft-Weg-Kennlinie 16a bei Verwendung gleicher Anschlussteile 6, Spannringe 10 und Schlauchrollbälge 4 während jedes Pressvorganges nur sehr langsam erfolgt, ist es ausreichend, für viele Befestigungsvorgänge zur Bestimmung der Kraft zwischen dem Schlauchrollbalg 4 und dem Anschlussteil 6 die Kraft-Weg-Kennlinie 16 zu verwenden. Erst wenn zu erwarten steht, dass aufgrund einer Erhöhung der Reibung in dem Presswerkzeug 2 eine neue Kraft-Weg-Kennlinie 16a signifikant von der Kraft-Weg-Kennlinie 16 abweicht, muss eine neue Kraft-Weg-Kennlinie 16a aufgenommen werden bzw. das Presswerkzeug gewartet werden, damit sich die Reibung wieder erniedrigt. Es hat sich gezeigt, dass ca. 100 – 10.000 Pressvorgänge durchgeführt werden können, ohne die genannten Maßnahmen durchzuführen.

Figur 5 zeigt ebenfalls ein Diagramm, in dem die von dem Presswerkzeug 2 erzeugte Kraft F_p über dem Durchmesser d zwischen den Pressbacken 8 aufgetragen ist. In das Diagramm ist eine Kraft-Weg-Kennlinie 16 eingezeichnet, die mit der in der Figur 2 gezeigten Kraft-Weg-Kennlinie übereinstimmt. Im Zusammenhang mit der Figur 5 wird im folgenden erläutert, wie die Verlustkraft alternativ zu dem in der Figur 2 erläuterten Verfahren bestimmt werden kann: Zur Bestimmung der Verlustkraft wird die Gerade 20 über dem Bereich des Durchmessers d_4 , in dem das Anschlussteil 6, der Schlauchrollbalg 4 und der Spannring 10 kraft- und spielfrei aufeinander liegen, hinaus verlängert. Dieses ist deshalb möglich, da die Kraft-Weg-Kennlinie bei einer weiteren Verformung des Spannringes 4 ohne Anschlussteil 6 über den Durchmesser d_4 hinaus einen weiterhin geraden Verlauf zeigen würde. Wenn die Pressbacken 8 des Presswerkzeuges 2 über den Durchmesser d_4 hinaus zusammengefahren werden, läßt sich bei jedem neu eingestellten Durchmesser erneut exakt die Verlustkraft bestimmen, die zur Überwindung der Reibung in dem Presswerkzeug 2 und zur plastischen Verformung des Spannringes 10 notwendig ist. Die so

bestimmte Verlustkraft wird während des Zusammenfahrens der Pressbacken 8 des Presswerkzeuges 2 von der von dem Presswerkzeug 2 erzeugten Gesamtkraft abgezogen, so dass die Kraft verbleibt, die sich zwischen dem Schlauchrollbalg und dem Anschlussstück einstellt. Erreicht diese Kraft eine vorgegebene definierte Kraft, so werden die Pressbacken 8 des Presswerkzeuges 2 nicht weiter zusammengefahren.

Auch das in Verbindung mit dem Anspruch 5 vorgestellte Verfahren zur Bestimmung der Verlustkraft kann entweder in einem „Kalibrier-Pressvorgang“ oder alternativ erneut während jedes einzelnen Pressvorganges durchgeführt werden.

In der Figur 5 ist durch die Gerade 28 in die Größe der Verlustkraft angezeigt, die sich bei der Bestimmung gemäß dem Verfahren nach Anspruch 2 ergeben würde. Der Figur ist zu entnehmen, dass die vereinfacht bestimmte Verlustkraft (wie im Zusammenhang mit der Figur 2 erläutert) nur unwesentlich von der exakt bestimmten Verlustkraft abweicht.

Bezugszeichenliste

2	Presswerkzeug
4	Schlauchrollbalg
6	Anschlußteil
8	Pressbacke
10	Spannring
12, 14	schiefe Ebenen
16	Kraft-Weg-Kennlinie
18, 20	Gerade
22, 24	Tangente
28	Gerade
30	Hydraulikeinheit
32	Wegsensor

Ansprüche

1. Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes aus elastomerem Werkstoff, insbesondere von Schlauchrollbälgen (4) für Luftfedern, an einem Anschlussteil (6) mittels eines Spannrings (10), der durch ein Presswerkzeug (2) radial verpresst wird, gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:
 - es wird eine Kraft-Weg-Kennlinie (16) des Presswerkzeuges (2) zugrunde gelegt, die während des radialen Verpressens eines Spannrings (10) aufgenommen wird, wobei mit der Aufnahme begonnen wird, bevor das Anschlussteil (6), das Schlauchstück und der Spannring (10) kraft- und spielfrei aufeinander liegen
 - aus der Kraft-Weg-Kennlinie (16) wird die Verlustkraft bestimmt, die zur Verformung eines Spannrings (10) und zur Überwindung der Reibung im Presswerkzeug (2) notwendig ist
 - die über die Verlustkraft hinausgehende Kraft wird so eingestellt, dass sie einer vorgegebenen Kraft zwischen dem Schlauchstück und dem Anschlussteil (6) entspricht.
2. Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verlustkraft in dem Bereich der Kraft-Weg-Kennlinie (16) bestimmt wird, in dem das Presswerkzeug (2) so weit zusammengefahren ist, dass das Anschlussteil (6), das Schlauchstück und der Spannring (10) kraft- und spielfrei aufeinander liegen.
3. Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft-Weg-Kennlinie (16) vor und hinter dem Bereich, in dem das Anschlussteil (6), das Schlauchstück und

der Spannring (10) kraft- und spielfrei aufeinander liegen, jeweils weitestgehend in Form einer Geraden (18, 20) verläuft, wobei die Geraden (18, 20) unterschiedliche Steigungen aufweisen, und dass die Verlustkraft in dem Punkt (26) bestimmt wird, in dem sich die Geraden (18, 20) schneiden.

4. Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft-Weg-Kennlinie (16) vor und hinter dem Bereich, in dem das Presswerkzeug (2) so weit zusammengefahren ist, dass das Anschlussteil (6), das Schlauchstück und der Spannring (10) kraft- und spielfrei aufeinander liegen, jeweils weitestgehend in Form einer Geraden (28) verläuft, wobei die Geraden (28) unterschiedliche Steigungen aufweisen, und dass die Verlustkraft wie folgt bestimmt wird:
 - die Gerade (20) vor dem Bereich, in dem das Anschlussteil (6), das Schlauchstück und der Spannring (10) kraft- und spielfrei aufeinander liegen, wird über diesen Bereich hinaus geradlinig verlängert
 - aus der verlängerten Geraden (20) wird für jeden Weg, den das Presswerkzeug (2) über den genannten Bereich hinaus zurückgelegt hat, die dazugehörige Verlustkraft bestimmt.
5. Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Bestimmung der Verlustkraft zugrunde gelegte Kraft-Weg-Kennlinie (16) in zeitlichen Abständen neu aufgenommen wird.
6. Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraft-Weg-Kennlinie (16) während des Verpressens eines Spannringes (10) jeweils aktuell aufgenommen wird und dass diese aktuelle Kraft-Weg-Kennlinie (16) während des Verpressens des Spannringes (10) zur Bestimmung der Verlustkraft zugrunde gelegt wird.

7. Verfahren zur dichten Befestigung eines Schlauchstückes nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass mit der Aufnahme der Kraft-Weg-Kennlinie (16) begonnen wird, bevor das Presswerkzeug (2) in Kontakt zu dem Spannring (10) gelangt.
8. Presswerkzeug (2) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Presswerkzeug (2) folgende Bestandteile enthält:
 - Mittel zur Bestimmung der Kraft, die das Presswerkzeug (2) während des Zusammenfahrens der Pressbacken (8) erzeugt, und
 - Mittel zur Bestimmung des Weges, den die Pressbacken (8) während des Zusammenfahrens zurücklegen, und
 - Mittel zur Aufnahme und Auswertung einer Kraft-Weg-Kennlinie (16) enthält.

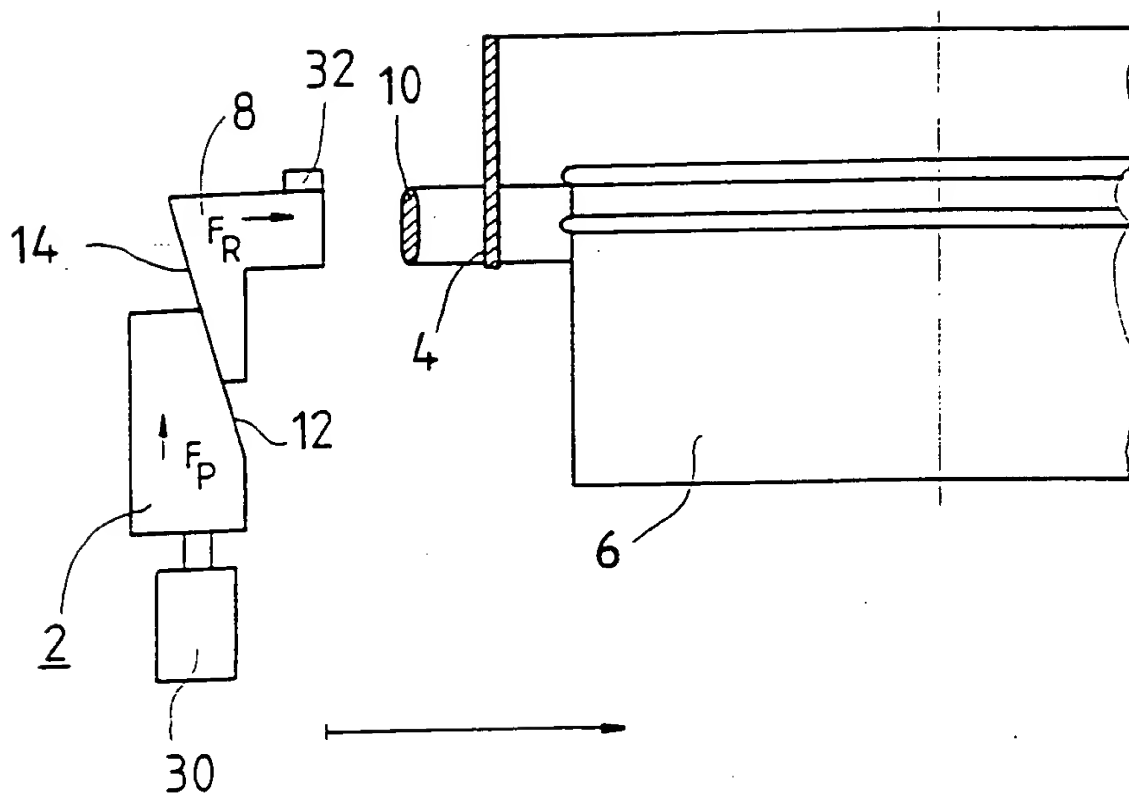


FIG. 1a

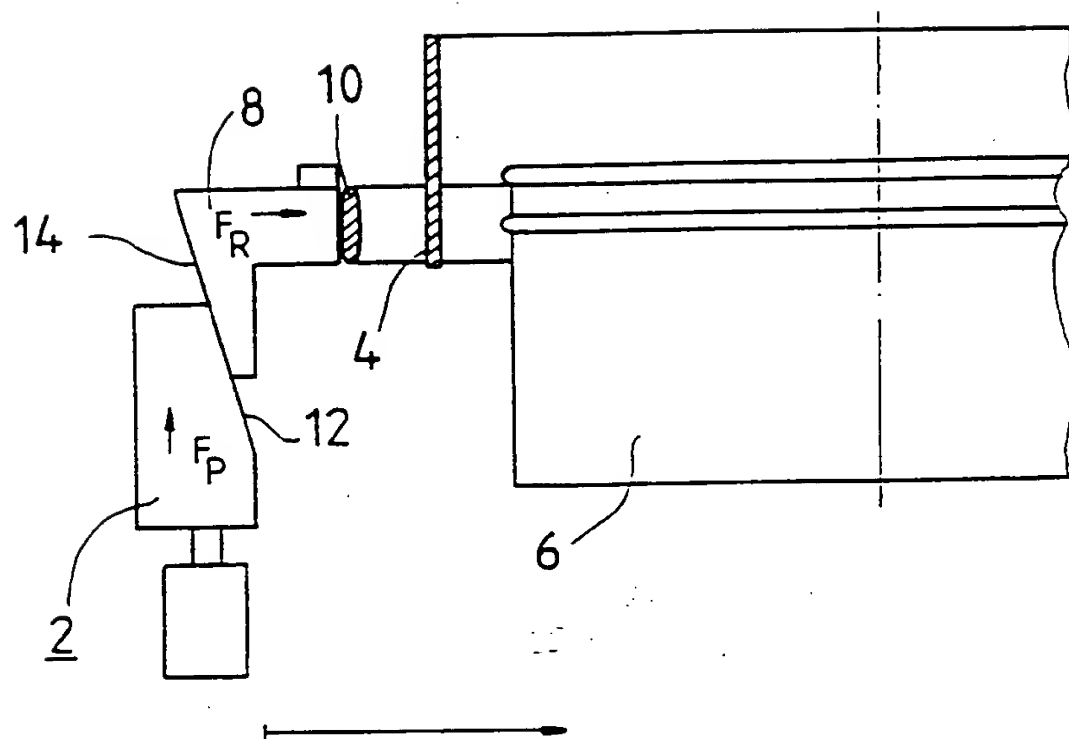


FIG. 1b

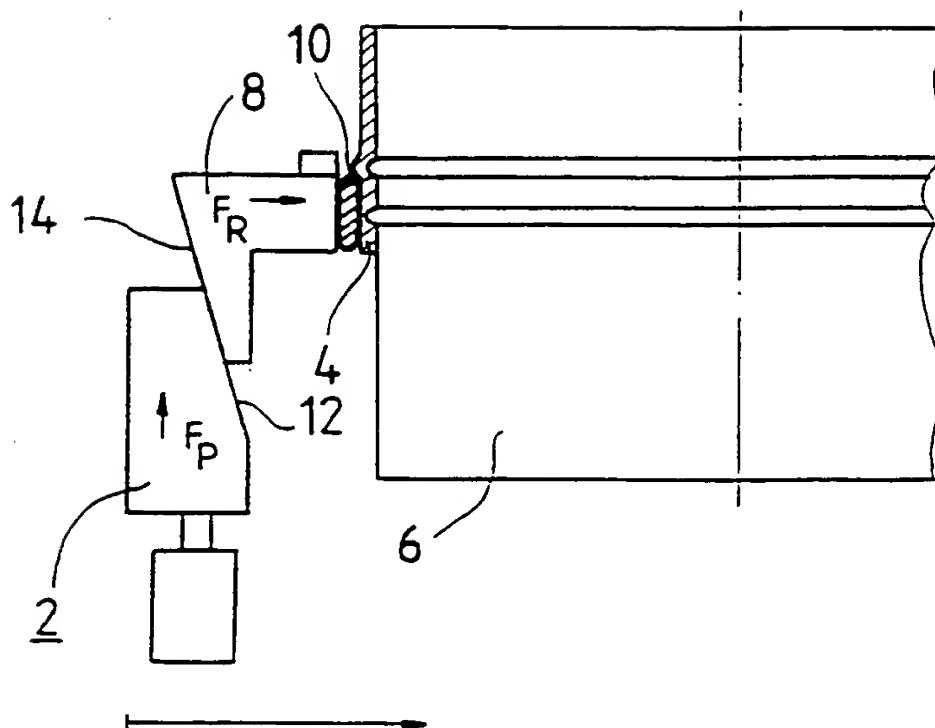


FIG. 1c

FIG. 2

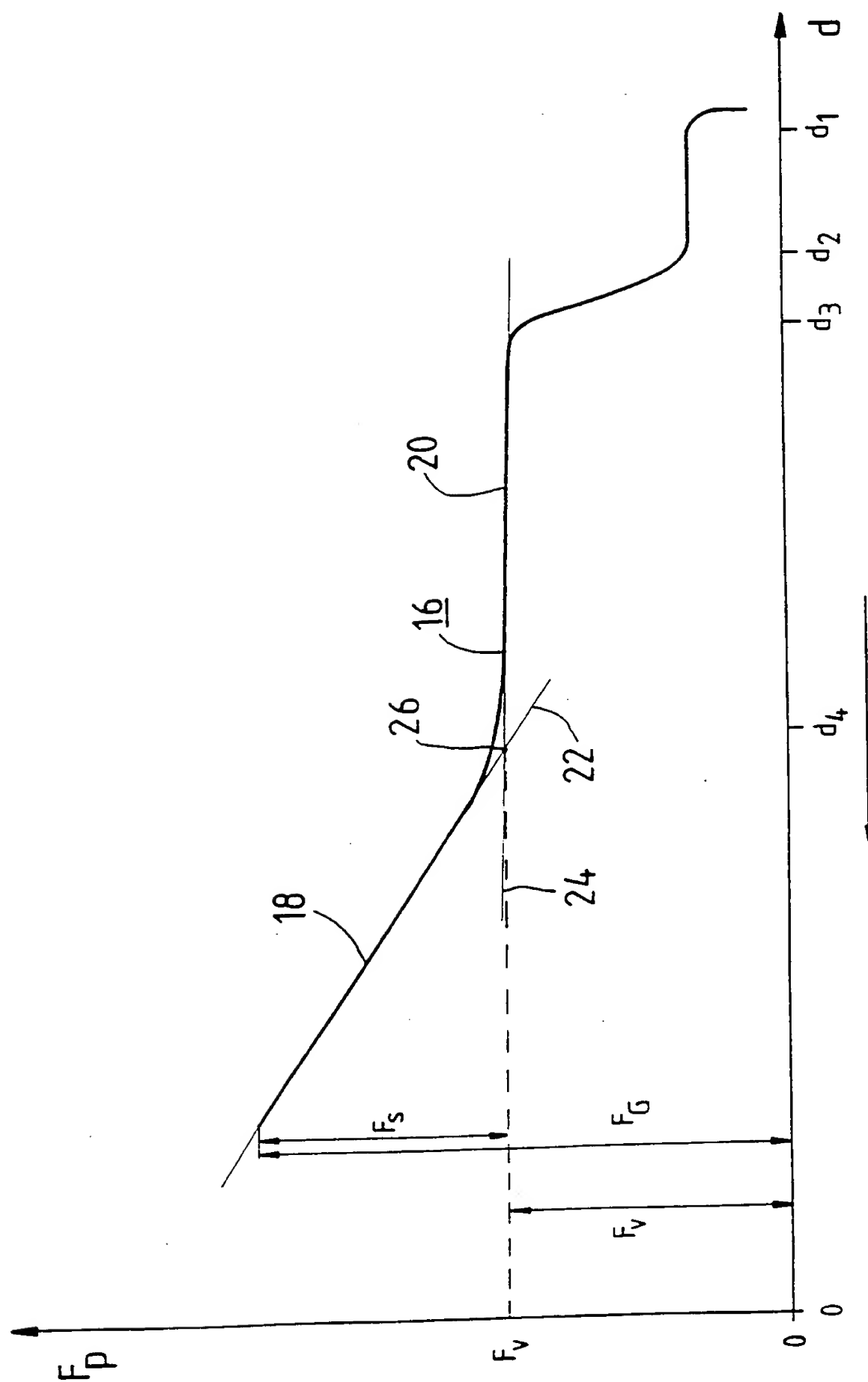


FIG. 3

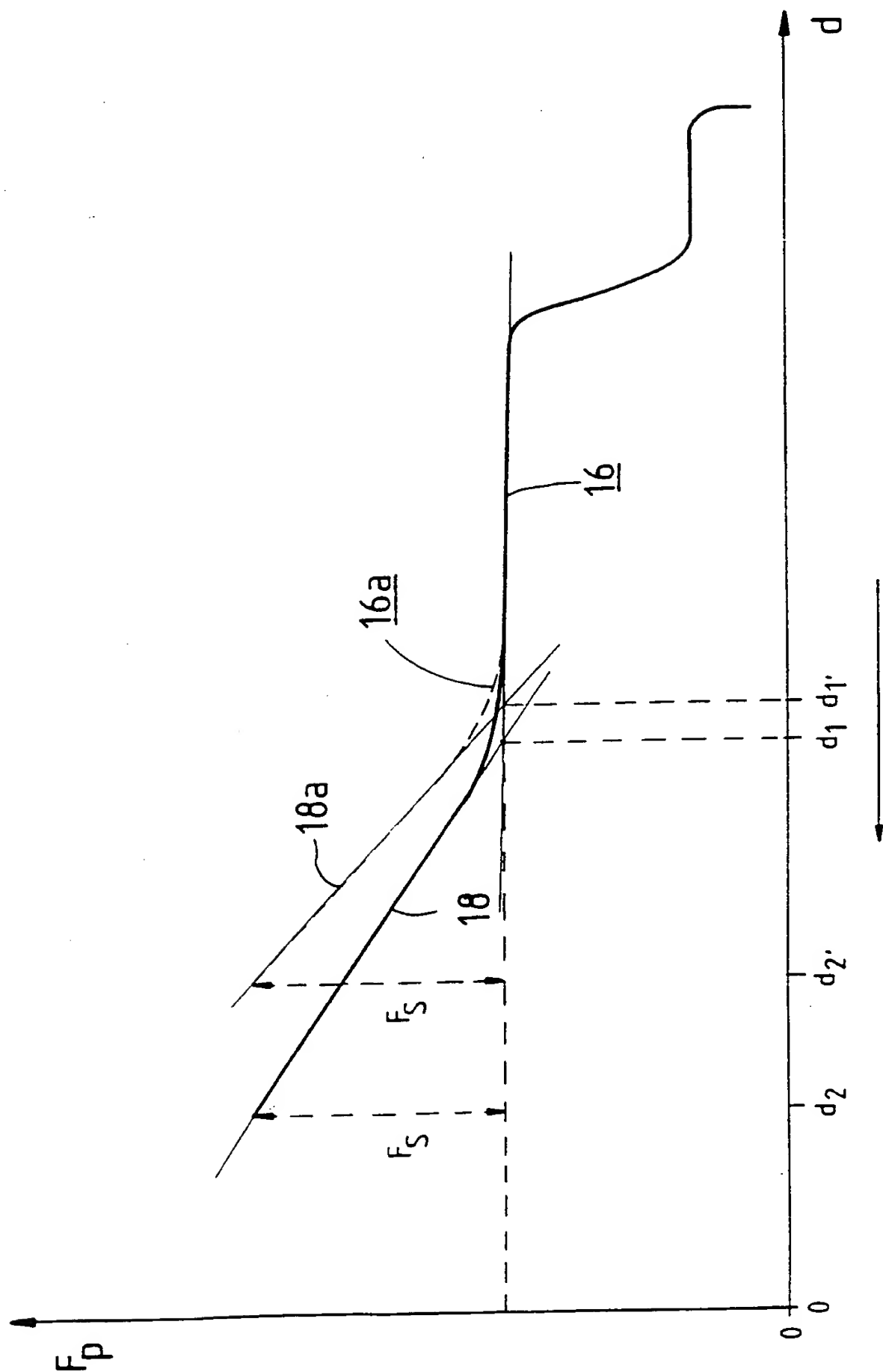


FIG. 4

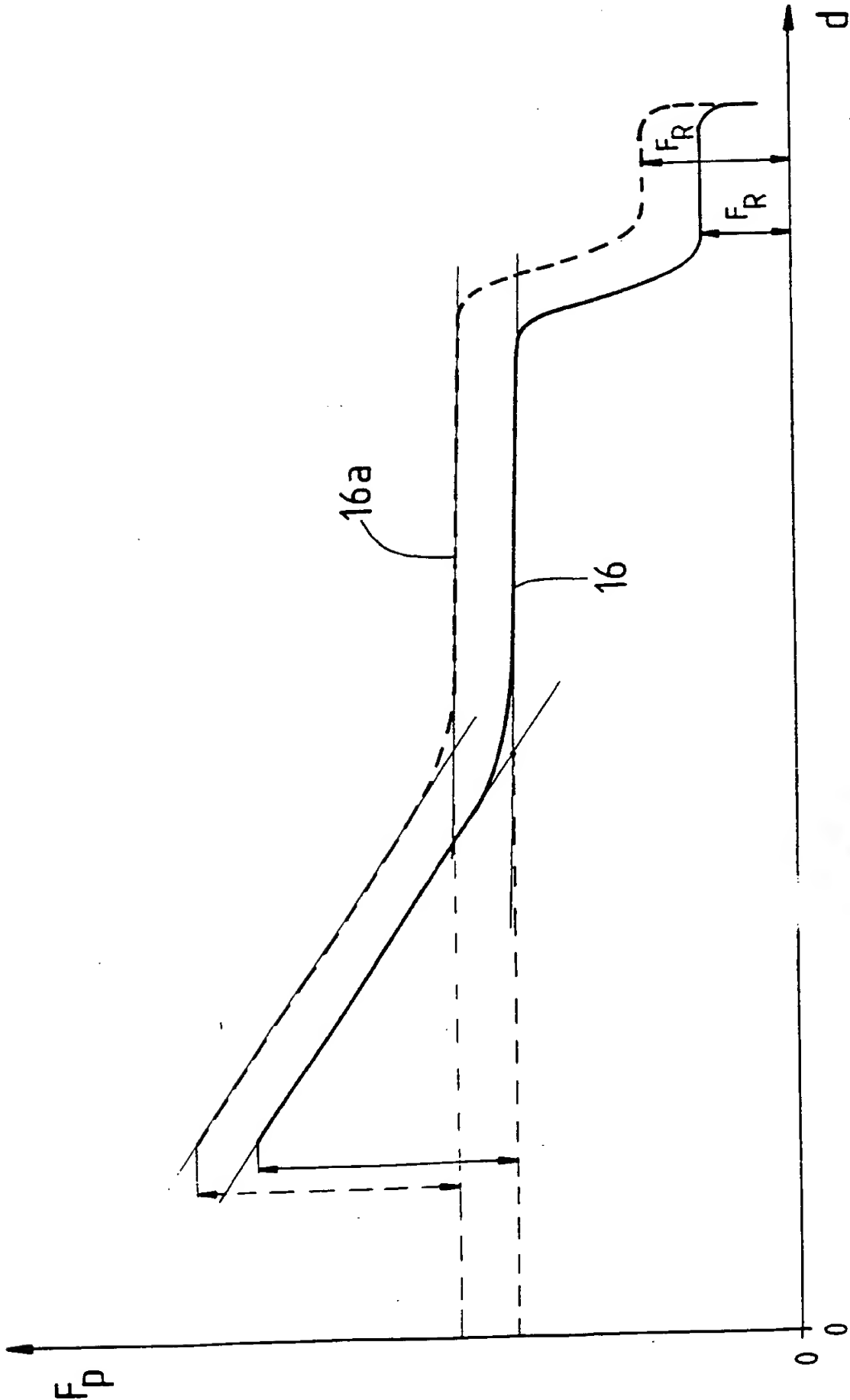
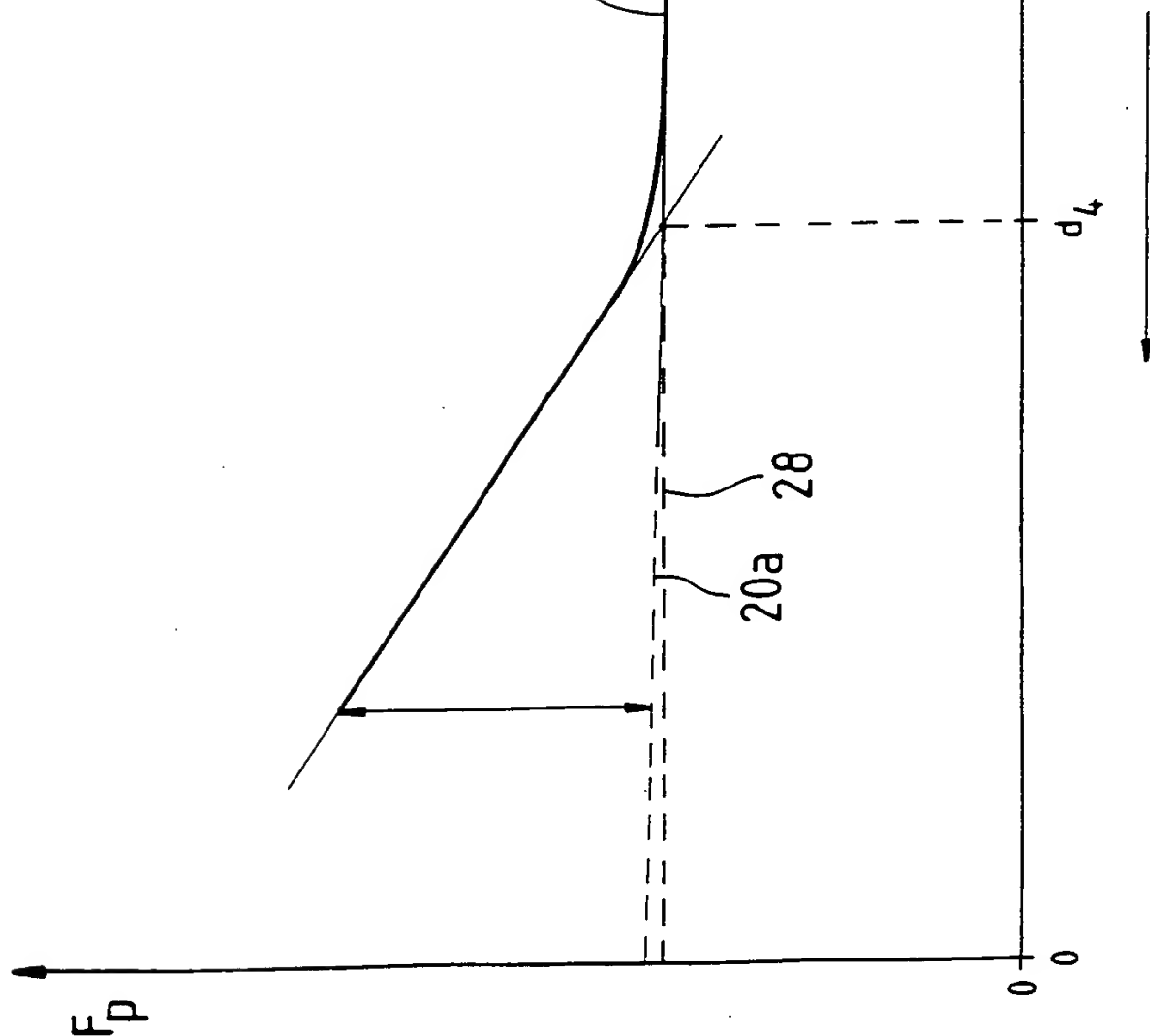


FIG. 5



7 / 7

WO 01/09541

Application Serial No.	
Attorney Docket No.	
Telex: 301 869-8329	
Telephone: 301 869-8320	
Gaithersburg, MD 20882-4056	
P.O. Box 4056	
Patent Attorney	
Walter C. 5070/0050	
PCT/EP	